



Docket No. 1232-5266

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Shinichi HARA

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/766,258

Examiner: TBA

Filed: January 27, 2004

For: ILLUMINATION APPARATUS, PROJECTION EXPOSURE APPARATUS, AND  
DEVICE FABRICATION METHOD

**CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: March 22, 2003

By: \_\_\_\_\_

*Helen Tiger*  
Helen Tiger

**Correspondence Address:**

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant(s): Shinichi HARA

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/766,258

Examiner: TBA

Filed: January 27, 2004

For: ILLUMINATION APPARATUS, PROJECTION EXPOSURE APPARATUS, AND  
DEVICE FABRICATION METHOD

**CLAIM TO CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan  
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha  
Serial No(s): 2003-016961  
Filing Date(s): January 27, 2003

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_.

Dated: March 16, 2004

Respectfully submitted,  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

By:

*Joseph A. Calvaruso*  
Joseph A. Calvaruso  
Registration No. 28,287

Correspondence Address:  
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.  
345 Park Avenue  
New York, NY 10154-0053  
(212) 758-4800 Telephone  
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    1 月 2 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 1 6 9 6 1  
Application Number:

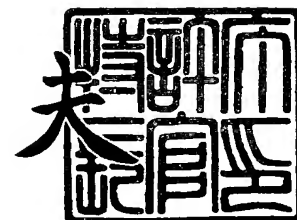
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 1 6 9 6 1 ]

出      願      人                      キヤノン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    1 月 1 4 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 224778

【提出日】 平成15年 1月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 露光装置

【請求項の数】 1

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

    【氏名】 原 真一

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100110412

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 藤元 亮輔

    【電話番号】 03-3523-1227

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 062488

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0010562

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 E U V 光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体に露光する露光装置であって、

前記被処理体の露光時以外も前記 E U V 光を射出する光源部と、

前記被処理体の露光時は前記 E U V 光を前記被処理体まで入射させ、前記被処理体の露光時以外は前記 E U V 光が前記ウェハチャックに入射することを防止する入射制御機構とを有することを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般には、露光装置に係り、特に、半導体ウェハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ（LCD）用のガラス基板などのデバイスを製造するのに使用される露光装置に関する。本発明は、特に、露光光源として紫外線光や極端紫外線（EUV：extreme ultraviolet）光を利用する露光装置に好適である。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

フォトリソグラフィ（焼き付け）技術を用いて半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子を製造する際に、レチクル又はマスク（本出願ではこれらの用語を交換可能に使用する。）に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する縮小投影露光装置が従来から使用されている。

【 0 0 0 3 】

縮小投影露光装置で転写できる最小の寸法（解像度）は、露光に用いる光の波長に比例し、投影光学系の開口数（NA）に反比例する。従って、波長を短くすればするほど、解像度はよくなる。このため、近年の半導体素子の微細化への要

求に伴い露光光の短波長化が進められ、超高圧水銀ランプ（i 線（波長約 3 6 5 nm））、K r F エキシマレーザー（波長約 2 4 8 nm）、A r F エキシマレーザー（波長約 1 9 3 nm）と用いられる紫外線光の波長は短くなってきた。

#### 【0 0 0 4】

しかし、半導体素子は急速に微細化しており、紫外線光を用いたリソグラフィでは限界がある。そこで、0. 1  $\mu$  m 以下の非常に微細な回路パターンを効率よく転写するために、紫外線光よりも更に波長が短い、波長 1 0 nm 乃至 1 5 nm 程度の極端紫外線光を用いた縮小投影露光装置（以下、「E U V 露光装置」と称する。）が開発されている。

#### 【0 0 0 5】

露光光の短波長化が進むと物質による光の吸収が非常に大きくなるので、可視光や紫外光で用いられるような光の屈折を利用した屈折素子、即ち、レンズを用いることは難しく、更に、E U V 光の波長領域では使用できる硝材が存在しなくなり、光の反射を利用した反射素子、即ち、ミラー（例えば、多層膜ミラー）のみで光学系を構成する反射型光学系が用いられる。また、レチクルもミラーの上に吸収体によって転写すべきパターンを形成した反射型レチクルが用いられる。

#### 【0 0 0 6】

ミラーは、露光光を全て反射できるわけではなく、3 0 % 以上の露光光を吸収する。吸収された露光光は、そのエネルギーの大部分が分熱となるため、ミラーやレチクルの温度を上昇させてしまう。ミラーを支持するミラーホルダーやレチクルを吸着するレチクルチャックも、ミラーやレチクルを介して伝熱し、温度が上昇する。

#### 【0 0 0 7】

露光時は、照明光学系、レチクル、投影光学系、ウェハという順番で露光光が導かれ、それぞれにおいて、露光光を吸収することによる熱が発生する。つまり、照明光学系のミラー、投影光学系のミラー及びレチクルの温度上昇、更に、ミラーやレチクルからの伝熱によるミラーホルダーやレチクルチャックの温度上昇が生じる。しかし、露光を繰り返すと温度上昇は徐々に収まり、定常状態の温度でほぼ一定となる。

## 【0008】

また、EUV露光装置は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の回路パターンの露光に使用されるため、ミラー（特に、投影光学系のミラーの反射面）及びレチクルの面形状は非常に高い精度であることが要求される。例えば、EUV光の波長を $\lambda$ 、投影光学系を構成するミラーの枚数を $n$ とすると、ミラーの許容される形状誤差 $\sigma$ （rms値）は、以下の数式1で示すマレシャルの式で与えられる。

## 【0009】

## 【数1】

$$\sigma = \frac{\lambda}{28 \times \sqrt{n}}$$

## 【0010】

例えば、EUV光の波長が $13\text{nm}$ 、投影光学系を構成するミラーが4枚の場合、許容される形状誤差 $\sigma$ は、 $0.23\text{nm}$ となる。露光光の吸収によって投影光学系を構成するミラーの温度が上昇した場合、許容される形状誤差を超えるような面形状の乱れが生じ、結像性能を十分に発揮することができない。即ち、解像度の低下やコントラストの低下などが生じ、微細なパターンの転写ができなくなる。

## 【0011】

そこで、ミラーやレチクルには、温度変化による形状の熱変形を小さくするために線膨張係数の小さな、例えば、線膨張係数が $10\text{ppb}$ といった低熱膨張ガラスが用いられる。一方、低熱膨張ガラスは剛性が低く、外力による撓み等を低減させるために、厚さを厚くして用いるのが一般的である。従って、ミラーやレチクルは熱容量が大きくなり、温度分布が定常状態に変化するまで極めて長い時間を要する。

## 【0012】

温度分布が大きく変化している時間（即ち、定常状態になるまで）は、熱歪量が増加するために、ミラーやレチクルの面形状、位置等も変化し、転写精度が悪化する。また、露光に備えて待機している時間（非露光時間）が長いと定常状態にあったミラー及びレチクルの温度が低下し、露光再開時において、熱的安定状態を得るために数時間以上の時間が必要になる場合がある。

#### 【0013】

そこで、露光光とは別にミラーを加熱する加熱手段を設け、露光光が遮断されている場合でも、ミラーでの吸収熱が一定となるようにすることで熱的安定状態を保つ露光装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

#### 【0014】

##### 【特許文献1】

特開平5-291117号公報

#### 【0015】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、ミラーやレチクルが吸収する露光光のエネルギーは、波長によって吸収係数が異なるために、露光光と異なる波長の加熱手段によってミラーやレチクルを露光時の状態と同じように加熱することは困難である。そのため、厳密に温度上昇を露光時の状態と一致させるためには、ミラーを1枚1枚個別に加熱する必要があり、構成上複雑になると共に、コストも高くなる。

#### 【0016】

一方、露光時と露光に備えて待機している状態との区別をせずに、露光時と同じ動作を行うことが考えられる。しかし、待機時にも、露光時のように、ウェハを搬入してウェハチャックに吸着させ、ウェハに露光光を入射させた後、搬出する過程を繰り返すのは、ウェハの搬入及び搬出の手間やウェハ搬送系の接触部での磨耗等の問題がある。

#### 【0017】

また、露光待機中の間、ウェハをウェハチャックに吸着させたまま、露光時と同様の状態とすると、ウェハの温度が上昇し、ウェハを介してウェハチャックの



温度も同様に上昇する。しかし、通常、露光時には、次々にウェハを搬入すると共に、露光光が入射されたウェハを搬出しているため、ウェハの温度がそれほど上昇することはない。

#### 【0018】

つまり、露光待機中の間、ウェハをウェハチャックに吸着させたまま露光時と同様の状態にすると、ウェハチャックの温度は、実際の露光時よりも高くなってしまふ。換言すれば、ウェハチャックに関しては、露光時と非露光時とで温度分布が異なっている。従って、待機時から露光を開始すると、ウェハを吸着しているウェハチャックの温度が変化し、ウェハに歪みを与えてしまうために転写精度が悪化してしまふ。

#### 【0019】

そこで、本発明は、露光時と非露光時において、露光装置を構成する部材の温度分布をほぼ同様とすることで、解像度を維持しつつスループットを向上させることができる露光装置を提供することを例示的目的とする。

#### 【0020】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての露光装置は、EUV光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体に露光する露光装置であって、前記被処理体の露光時以外も前記EUV光を射出する光源部と、前記被処理体の露光時は前記EUV光を前記被処理体まで入射させ、前記被処理体の露光時以外は前記EUV光が前記ウェハチャックに入射することを防止する入射制御機構とを有することを特徴とする。前記入射制御機構は、前記EUV光を吸収する吸収部材と、

前記投影光学系と前記被処理体との間であって前記EUV光の光路上の位置と、前記EUV光の光路から外れた位置とに前記吸収部材を駆動可能な駆動手段と、前記被処理体の露光時以外に前記吸収部材が前記EUV光を吸収するように、前記駆動手段の駆動を制御する制御部とを有することを特徴とする。前記入射制御機構は、前記投影光学系から導かれる前記EUV光の光路から外れた位置に前

記ウェハチャックを移動可能なステージと、前記被処理体の露光時以外に前記 E U V 光が前記ウェハチャックに入射することを防止するように、前記ステージを制御する制御部とを有することを特徴とする。前記入射制御機構は、前記 E U V 光を吸収する吸収部材と、前記制御部に制御され、前記被処理体の露光時以外に前記吸収部材が前記 E U V 光を吸収するように、前記投影光学系と前記被処理体との間であって前記 E U V 光の光路上の位置に前記吸収部材を駆動する駆動手段とを更に有することを特徴とする。

#### 【0021】

本発明の別の側面としてのウェハチャックは、レチクルに形成されたパターンが露光される被処理体の固定に使用されるウェハチャックであって、前記被処理体と接触すると共に、当該被処理体を吸着する突起部と前記被処理体と非接触な凹部とを有することを特徴とする。前記突起部と前記被処理体との接触率は、20%以下であることを特徴とする。

#### 【0022】

本発明の更に別の側面としての露光装置は、E U V 光を露光光として利用し、当該露光光を投影光学系を介して上述のウェハチャックに固定された被処理体に照射して当該被処理体を露光することを特徴とする。

#### 【0023】

本発明の更に別の側面としての待機方法は、光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体を露光する前の待機方法であって、前記レチクル、前記投影光学系を構成する光学部材の少なくとも一部に前記光を入射するステップと、前記ウェハチャックに前記光が入射することを遮断するステップとを有することを特徴とする。前記光の経路の雰囲気は、真空下又は減圧下であることを特徴とする。

#### 【0024】

本発明の更に別の側面としての露光方法は、E U V 光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを光学部材で含む光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体を露光する露光方法であって、前記レチクル及び前記光学系が含む前記光学部材の温度分布が定常状態であるかどうか判断するス

テップと、前記判断ステップで前記レチクル及び前記光学部材の温度分布が定常状態でないと判断した場合に、前記EUV光によって前記被処理体を介して前記ウェハチャックの温度が上昇することを防止するステップと、前記レチクル及び前記光学系が含む前記光学部材の温度分布が定常状態となった時点で前記EUV光を前記被処理体に入射させるステップとを有することを特徴とする。

#### 【0025】

本発明の更に別の側面としてのデバイス製造方法は、上述の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とする。

#### 【0026】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

#### 【0027】

##### 【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の一側面としての露光装置について説明する。なお、各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。ここで、図1は、本発明の一側面としての露光装置100の例示的一形態を示す概略構成図である。

#### 【0028】

本発明の露光装置100は、露光用の照明光としてEUV光（例えば、波長13.4nm）を用いて、例えば、ステップ・アンド・スキャン方式やステップ・アンド・リピート方式でマスク120に形成された回路パターンを被処理体140に露光する投影露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクォーターミクロン以下のリソグラフィ工程に好適であり、以下、本実施形態ではステップ・アンド・スキャン方式の露光装置（「スキャナー」とも呼ばれる。）を例に説明する。ここで、「ステップ・アンド・スキャン方式」とは、マスクに対してウェハを連続的にスキャン（走査）してマスクパターンをウェハに露光すると共に、1ショットの露光終了後ウェハをステップ移動して、次の露光領域に移動する露光方法である。「ステップ・アンド・リピート方式」は、ウェハの一括露

光ごとにウェハをステップ移動して次の露光領域に移動する露光方法である。

#### 【0029】

図1を参照するに、露光装置100は、回路パターンが形成されたマスク120を照明する照明装置110と、マスク120を載置するマスクステージ125と、照明されたマスクパターンから生じる回折光を被処理体140に投影する投影光学系130と、アライメント検出機構150と、フォーカス位置検出機構160とを有する。

#### 【0030】

また、図1に示すように、EUV光は、大気に対する透過率が低く、残留ガス（高分子有機ガス）成分との反応によりコンタミを生成してしまうため、少なくとも、EUV光が通る光路中（即ち、光学系全体）は真空雰囲気CAとなっている。

#### 【0031】

照明装置110は、投影光学系130の円弧状の視野に対する円弧状のEUV光によりマスク120を照明する照明装置であって、EUV光源部112と、照明光学系114とを有する。

#### 【0032】

EUV光源部112は、例えば、レーザープラズマ光源が用いられる。レーザープラズマ光源は、真空中に置かれたターゲット材に高強度のパルスレーザー光を照射し、高温のプラズマを発生させ、これから放射される、例えば、波長13.4nm程度のEUV光を利用するものである。ターゲット材としては、金属薄膜、不活性ガス、液滴などが用いられる。放射されるEUV光の平均強度を高くするためには、パルスレーザーの繰り返し周波数は高い方がよく、通常数kHzの繰り返し周波数で運転される。あるいは、EUV光源部112は、放電プラズマ光源を用いることもできる。但し、EUV光源部112は、これらに限定するものではなく、当業界で周知のいかなる技術も適用可能である。

#### 【0033】

照明光学系114は、集光ミラー114a、オプティカルインテグレーター114bから構成される。集光ミラー114aは、レーザープラズマ光源からほぼ

等方的に放射される E U V 光を集める役割を果たす。オプティカルインテグレーター 114 b は、マスク 120 を均一に所定の開口数で照明する役割を持っている。また、照明光学系 114 は、マスク 120 と共役な位置に、マスク 120 の照明領域を円弧状に限定するためのアパーチャ 114 c が設けられている。

#### 【0034】

マスク 120 は、反射型マスクで、ミラーの上に転写されるべき回路パターン（又は像）が形成され、マスクステージ 125 に支持及び駆動されている。マスク 120 から発せられた回折光は、投影光学系 130 で反射されて被処理体 140 上に投影される。マスク 120 と被処理体 140 とは光学的に共役の関係に配置される。露光装置 100 は、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置であるため、マスク 120 と被処理体 140 を走査することによりマスク 120 のパターンを被処理体 140 上に縮小投影する。

#### 【0035】

マスクステージ 125 は、レチクルチャック 125 a を介してマスク 120 を支持して図示しない移動機構に接続されている。マスクステージ 125 は、当業界周知のいかなる構造をも適用することができる。図示しない移動機構は、リニアモーターなどで構成され、少なくとも X 方向にマスクステージ 125 を駆動することでマスク 120 を移動することができる。露光装置 100 は、マスク 120 と被処理体 140 を同期した状態で走査する。レチクルチャック 125 a は、静電チャックであり、静電吸着力によってマスク 120 を吸着する。なお、レチクルチャック 125 a は、後述するミラーホルダー 132 と同様に、流路が形成されており、かかる流路に供給される冷却媒体（例えば、水や窒素ガスなど）によって冷却される。このように、マスク 120 及びレチクルチャック 125 a を冷却する構成とすることで、定常温度になるまでの時間をより短くすることができる。ここで、マスク 120 又は被処理体 140 面内で走査方向を X、それに垂直な方向を Y、マスク 120 又は被処理体 140 面内に垂直な方向を Z とする。

#### 【0036】

投影光学系 130 は、複数の反射ミラー（即ち、多層膜ミラー）130 a を用いて、マスク 120 面上のパターンを像面である被処理体 140 上に縮小投影す

る。複数のミラー 130a の枚数は、4 枚乃至 6 枚程度である。少ない枚数のミラーで広い露光領域を実現するには、光軸から一定の距離だけ離れた細い円弧状の領域（リングフィールド）だけを用いて、マスク 120 と被処理体 140 を同時に走査して広い面積を転写する。投影光学系 130 は、本実施形態では、4 枚のミラー 130a によって構成され、マスク 120 のパターンを 1/4 に縮小して被処理体 140 上に結像する。

#### 【0037】

ミラー 130a は、低熱膨張ガラスや SiC 等の剛性及び硬度が高く、熱膨張率が小さい材料からなる基板を研削及び研磨して所定の反射面形状を作成した後、反射面にモリブデンとシリコンなどの多層膜を成膜する。ミラー 130a の反射面の形状は、凸面又は凹面の球面又は非球面であり、開口数（NA）を 0.1 乃至 0.2 程度である。

#### 【0038】

ミラー 130a は、図 2 に示すように、ピエゾ等のアクチュエーター 131 を介してミラーホルダー 132 に支持される。アクチュエーター 131 を駆動することによってミラー 130a の姿勢を変化させることができる。ミラーホルダー 132 は、内部に流路 133 が形成され、かかる流路 133 に接続された配管 134 によって供給される冷却媒体（例えば、水や窒素ガスなど）によって冷却される。冷却媒体は、図示しない冷媒循環装置によって供給される。このように、ミラー 130a 及びミラーホルダー 132 を冷却する構成とすることで、定常温度になるまでの時間をより短くすることができる。但し、ミラー 130a 及びミラーホルダー 132 の冷却は、冷却された板材を 30 cm 程度以下の距離でミラー 130a に対向して配置し、輻射によって行ってもよい。ここで、図 2 は、ミラーホルダー 132 に支持されたミラー 130a の一例を示す概略断面図である。

#### 【0039】

被処理体 140 は、本実施形態ではウェハであるが、液晶基板その他の被処理体を広く含む。被処理体 140 には、フォトリジストが塗布されている。フォトリジスト塗布工程は、前処理と、密着性向上剤塗布処理と、フォトリジスト塗布

処理と、プリベーク処理とを含む。前処理は、洗浄、乾燥などを含む。密着性向上剤塗布処理は、フォトレジストと下地との密着性を高めるための表面改質（即ち、界面活性剤塗布による疎水性化）処理であり、HMD S（Hexamethyl-d i s i l a z a n e）などの有機膜をコート又は蒸気処理する。プリベークは、ベークング（焼成）工程であるが現像後のそれよりもソフトであり、溶剤を除去する。

#### 【0040】

ウェハステージ145は、ウェハチャック145aによって被処理体140を支持する。ウェハステージ145は、例えば、リニアモーターを利用してXYZ方向に被処理体140を移動する。マスク120と被処理体140は、同期して走査される。また、マスクステージ125の位置とウェハステージ145との位置は、例えば、レーザー干渉計などにより監視され、両者は一定の速度比率で駆動される。ウェハチャック145aは、粗動ステージ、微動ステージの上に構成され、2つの電極を有する双曲型の静電チャックである。

#### 【0041】

アライメント検出機構150は、マスク120の位置と投影光学系130の光軸との位置関係、及び、被処理体140の位置と投影光学系130の光軸との位置関係を計測し、マスク120の投影像が被処理体140の所定の位置に一致するようにマスクステージ125及びウェハステージ145の位置と角度を設定する。

#### 【0042】

フォーカス位置検出機構160は、被処理体140面でZ方向のフォーカス位置を計測し、ウェハステージ145の位置及び角度を制御することによって、露光中、常時被処理体140面を投影光学系130による結像位置に保つ。

#### 【0043】

ここで、図3を参照して、露光装置100の特徴的な構成である入射制御機構200について説明する。図3は、露光装置100が有する入射制御機構200の一例を示す概略構成図である。入射制御機構200は、被処理体140の露光時はEUV光源部112からのEUV光を被処理体140まで入射させ、被処理

体 140 の露光時以外は E U V 光がウェハチャック 145 a（及び被処理体 140）に入射することを防止する。入射制御機構 200 は、図 3 に示すように、吸収部材 210 と、駆動手段 220 と、制御部 230 とを有する。

#### 【0044】

吸収部材 210 は、E U V 光を吸収する。吸収部材 210 は、比較的熱電導性が高く、輻射率の低い金属、例えば、アルミ、銅、ガラスなどから構成される。これにより、吸収部材 210 の輻射によって、近傍のミラー 130 a やウェハチャック 145 a の温度の上昇を抑えることができる。更に、吸収部材 210 に流路などを形成し、冷却媒体を流して冷却するなどしてもよい。これにより、吸収部材 210 が露光光を吸収して温度が上昇し、輻射によって近傍のミラー 130 a やウェハチャック 145 a の温度が上昇することを防ぐことができる。

#### 【0045】

駆動手段 220 は、投影光学系 130 と被処理体 140 との間（詳細には、投影光学系 130 の被処理体 140 側の最終のミラー 130 a とウェハチャック 145 a との間）であって露光光の光路上の位置と、露光光の光路から外れた位置とに吸収部材 210 を駆動する。駆動手段 220 は、当業界で周知のいかなる構成をも適用することができるので、ここでは詳しい構造及び動作の説明は省略する。

#### 【0046】

制御部 230 は、被処理体 140 の露光時以外に吸収部材 210 が E U V 光を吸収するように、駆動手段 220 の駆動を制御する。換言すれば、制御部 230 は、駆動手段 220 を介して、被処理体 140 の露光時は吸収部材 210 を露光光の光路から外れた位置に、被処理体 140 の露光時以外は吸収部材 210 を露光光の光路上の位置に駆動する。

#### 【0047】

このような入射制御機構 200 の構成により、照明光学系 114 内の集光ミラー 114 a 及びオプティカルインテグレーター 114 b、マスク 120、レチクルチャック 125 a、投影光学系 130 内のミラー 130 a には、露光時と同じ場所に同じ熱量が入射するので、露光時と同様の熱が発生する。また、ウェハチ



ャック 145 a には、露光時と同様にほとんど熱が入射しないようになるために、露光時と非露光時における温度分布をほぼ同様にすることができる。この際に、露光中と同様に、マスク 120 を走査させると、非露光時と露光時のマスク 120 及びレチクルチャック 125 a の温度分布を更に同一にすることができる。

#### 【0048】

投影光学系 130 においては、入射パワーが少なく、定常状態になるまでの時間が問題にならない場合には、EUV 光が照射されるとミラー 130 a に炭素が付着して反射率が低下するため、入射パワーが大きく許容値以内の定常状態になるまでの時間が長い照明光学系 114 のみに露光光を入射させてもよい。かかる場合には、マスク 120 及び投影光学系 130 に入射する露光光を吸収するように吸収部材 210 を配置する。

#### 【0049】

従って、露光開始と共に、マスク 120 及び投影光学系 130 のミラー 130 a の温度が大きく上昇し、露光開始当初の熱歪による位置ずれ及び収差を低減することができる。

#### 【0050】

次に、図 4 を参照して、入射制御機構 200 の変形例である入射制御機構 200 A について説明する。図 4 は、図 3 に示す入射制御機構 200 の変形例である入射制御機構 200 A の一例を示す概略構成図である。入射制御機構 200 A は、図 4 に示すように、吸収部材 210 と、駆動手段 220 A と、制御部 230 A とを有する。なお、ウェハステージ 145 は、投影光学系 130 から導かれる EUV 光の光路から外れた位置にウェハチャック 145 a を移動することができるように構成されている。即ち、投影光学系 130 の結像位置からウェハチャック 145 a 及びウェハチャック 145 a に吸着された被処理体 140 を移動することが可能である。

#### 【0051】

駆動手段 220 A は、後述する制御部 230 A に制御され、被処理体 140 の露光時以外に吸収部材 210 が EUV 光を吸収するように、投影光学系 130 と被処理体 140 との間（詳細には、投影光学系 130 の被処理体 140 側の最終

のミラー 130 a とウェハチャック 145 a との間) であって露光光の光路上の位置に吸収部材 210 を駆動する。駆動手段 220 A は、本実施形態では、ウェハチャック 145 a の位置に吸収部材 210 を駆動する。

#### 【0052】

制御部 230 A は、被処理体 140 の露光時以外に露光光がウェハチャック 145 a に入射することを防止するようにウェハステージ 145 を制御する。また、制御部 230 A は、被処理体 140 の露光時以外に吸収部材 210 が E U V 光を吸収するように、駆動手段 220 A の駆動を制御する。換言すれば、制御部 230 A は、図示しないウェハステージ 145 の移動機構を介してウェハステージ 145 を投影光学系 130 から導かれる露光光の光路から外れた位置に退避させると共に、駆動手段 220 を介して吸収部材 210 を投影光学系 130 から導かれる露光光の光路上の位置に駆動する。

#### 【0053】

このような入射制御機構 200 A の構成により、入射制御機構 200 と同様、照明光学系 114 内の集光ミラー 114 a 及びオプティカルインテグレーター 114 b、マスク 120、レチクルチャック 125 a、投影光学系 130 内のミラー 130 a には、露光時と同じ場所に同じ熱量が入射するので、露光時と同様の熱が発生する。また、ウェハチャック 145 a には、熱が入射しないようになるために、露光時と非露光時における温度分布をほぼ同様にすることができる。

#### 【0054】

従って、待機時から露光を開始しても、照明光学系 114、マスク 120、投影光学系 130 及びウェハチャック 145 a の温度が変化しないので、熱歪がほとんど変化せず、転写精度の悪化を防止することができる。

#### 【0055】

また、投影光学系 130 の被処理体 140 側の最終のミラー 130 a と被処理体 140 との間隔が狭いなど、吸収部材 210 の配置の制約がなくなり、保守メンテナンスが容易となる。入射制御機構 200 A の構成を複雑にしなくてもよいのでコストが低くできるという効果もある。

#### 【0056】

露光において、まず、照明光学系 114、マスク 120、投影光学系 130 を構成する光学部材の少なくとも一部に EUV 光源部 112 から射出された EUV 光を入射させる。この際、入射制御機構 200 の吸収部材 210 によって（入射制御機構 200A の場合は、ウェハステージ 145 によりウェハチャック 145a を退避させることによって）、ウェハチャック 145a に EUV 光が入射することを遮断する（かかる状態を「待機状態」と称する）。

#### 【0057】

次に、照明光学系 114、マスク 120、投影光学系 130 を構成する光学部材の温度分布が定常状態にあるかどうか判断する。照明光学系 114、マスク 120、投影光学系 130 を構成する光学部材の温度分布が定常状態でないと判断した場合は、待機状態を維持して EUV 光によりウェハチャック 145a の温度が上昇することを防止する。そして、照明光学系 114、マスク 120、投影光学系 130 を構成する光学部材の温度分布が定常状態となった時点で、待機状態を解除し、即ち、入射制御機構 200 の吸収部材 210 を EUV 光の光路上から取り除き（入射制御機構 200A の場合は、ウェハチャック 145a を EUV 光の光路上に戻し）、EUV 光を被処理体 140 に入射させる。これにより、マスク 120 面上のパターンを被処理体 140 面上に結像する。本実施形態において、像面は円弧状（リング状）の像面となり、マスク 120 と被処理体 140 を縮小倍率比の速度比で走査することにより、マスク 120 の全面を露光する。

#### 【0058】

また、図 5 に示すようなウェハチャック 300 によれば、露光時と非露光時において、露光装置 100 を構成する部材の温度分布をほぼ同様とすることができ、入射制御機構 200 又は 200A の効果を更に向上させることができる。図 5 は、本発明の一側面としてのウェハチャック 300 の例示的一形態を示す概略断面図である。ウェハチャック 300 は、図示しない 2 つの電極を有し、静電吸着力によって被処理体 140 を吸着する静電チャックである。

#### 【0059】

ウェハチャック 300 は、図 5 に示すように、被処理体 140 と接触すると共に、被処理体 140 を吸着する突起部 310 と、被処理体 140 と非接触な凹部

320とを有する。なお、突起部310と被処理体140との接触率（即ち、ウェハチャック300の突起部310と凹部320を合わせた表面全体に対する突起部310の割合）を20%以下としている。これにより、ウェハチャック300と被処理体140との間の熱抵抗を大きくし、被処理体140の温度をウェハチャック300に伝えにくい構造としている。特に、真空雰囲気下や減圧雰囲気下では、顕著に、被処理体140の温度がウェハチャック300に伝わりにくくなる。

#### 【0060】

従って、被処理体140の露光時において、ウェハチャック300の温度上昇を抑えることができる。一方、被処理体140の非露光時においては、ウェハチャック300には、露光光が入射しないので温度上昇はしない。待機時から露光を開始しても、照明光学系114、マスク120、投影光学系130及びウェハチャック300の温度が変化しないので、熱歪がほとんど変化せず、転写精度の悪化を防止することができる。

#### 【0061】

次に、図6及び図7を参照して、上述の露光装置100を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図6は、デバイス（ICやLSIなどの半導体チップ、LCD、CCD等）の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ1（回路設計）では、デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3（ウェハ製造）では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ4（ウェハプロセス）は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いて本発明のリソグラフィー技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ5（組み立て）は、後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）では、ステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、それが出荷（ステップ7）される。

## 【0062】

図7は、ステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では、露光装置100によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ18（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本発明のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、本発明のリソグラフィ技術を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

## 【0063】

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれらに限定されずその要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。例えば、本発明は、EB露光装置やSRを光源とする等倍露光装置などのEUV光以外を光源とする露光装置にも適用することができる。

## 【0064】

本出願は、更に以下の事項を開示する。

## 【0065】

〔実施態様1〕 EUV光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体に露光する露光装置であって、

前記被処理体の露光時以外も前記EUV光を射出する光源部と、

前記被処理体の露光時は前記EUV光を前記被処理体まで入射させ、前記被処理体の露光時以外は前記EUV光が前記ウェハチャックに入射することを防止す

る入射制御機構とを有することを特徴とする露光装置。

【0066】

〔実施態様2〕 前記入射制御機構は、  
前記EUV光を吸収する吸収部材と、  
前記投影光学系と前記被処理体との間であって前記EUV光の光路上の位置と、  
前記EUV光の光路から外れた位置とに前記吸収部材を駆動可能な駆動手段と、  
前記被処理体の露光時以外に前記吸収部材が前記EUV光を吸収するように、  
前記駆動手段の駆動を制御する制御部とを有することを特徴とする実施態様1記載の露光装置。

【0067】

〔実施態様3〕 前記入射制御機構は、  
前記投影光学系から導かれる前記EUV光の光路から外れた位置に前記ウェハチャックを移動可能なステージと、  
前記被処理体の露光時以外に前記EUV光が前記ウェハチャックに入射することを防止するように、前記ステージを制御する制御部とを有することを特徴とする実施態様1記載の露光装置。

【0068】

〔実施態様4〕 前記入射制御機構は、  
前記EUV光を吸収する吸収部材と、  
前記制御部に制御され、前記被処理体の露光時以外に前記吸収部材が前記EUV光を吸収するように、前記投影光学系と前記被処理体との間であって前記EUV光の光路上の位置に前記吸収部材を駆動する駆動手段とを更に有することを特徴とする実施態様3記載の露光装置。

【0069】

〔実施態様5〕 レチクルに形成されたパターンが露光される被処理体の固定に使用されるウェハチャックであって、  
前記被処理体と接触すると共に、当該被処理体を吸着する突起部と  
前記被処理体と非接触な凹部とを有することを特徴とするウェハチャック。

## 【0070】

〔実施態様6〕 前記突起部と前記被処理体との接触率は、20%以下であることを特徴とする実施態様5記載のウェハチャック。

## 【0071】

〔実施態様7〕 EUV光を露光光として利用し、当該露光光を投影光学系を介して実施態様5又は6記載のウェハチャックに固定された被処理体に照射して当該被処理体を露光することを特徴とする露光装置。

## 【0072】

〔実施態様8〕 光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体を露光する前の待機方法であって、

前記レチクル、前記投影光学系を構成する光学部材の少なくとも一部に前記光を入射するステップと、

前記ウェハチャックに前記光が入射することを遮断するステップとを有することを特徴とする待機方法。

## 【0073】

〔実施態様9〕 前記光の経路の雰囲気は、真空下又は減圧下であることを特徴とする実施態様8記載の待機方法。

## 【0074】

〔実施態様10〕 EUV光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを光学部材で含む光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体を露光する露光方法であって、

前記レチクル及び前記光学系が含む前記光学部材の温度分布が定常状態であるかどうか判断するステップと、

前記判断ステップで前記レチクル及び前記光学部材の温度分布が定常状態でないと判断した場合に、前記EUV光によって前記被処理体を介して前記ウェハチャックの温度が上昇することを防止するステップと、

前記レチクル及び前記光学系が含む前記光学部材の温度分布が定常状態となった時点で前記EUV光を前記被処理体に入射させるステップとを有することを特

徴とする露光方法。

【0075】

〔実施態様11〕 実施態様1乃至4、7のうちいずれか一項記載の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、

露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【0076】

【発明の効果】

本発明によれば、露光時と非露光時において、露光装置を構成する部材の温度分布をほぼ同様とすることで、解像度を維持しつつスループットを向上させることができる露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一側面としての露光装置の例示的一形態を示す概略構成図である。

【図2】 ミラーホルダーに支持されたミラーの一例を示す概略断面図である。

【図3】 図1に示す露光装置が有する入射制御機構の一例を示す概略構成図である。

【図4】 図3に示す入射制御機構の変形例である入射制御機構の一例を示す概略構成図である。

【図5】 本発明の一側面としてのウェハチャックの例示的一形態を示す概略断面図である。

【図6】 デバイス（ICやLSIなどの半導体チップ、LCD、CCD等）の製造を説明するためのフローチャートである。

【図7】 図6に示すステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

【符号の説明】

100	露光装置
110	照明装置



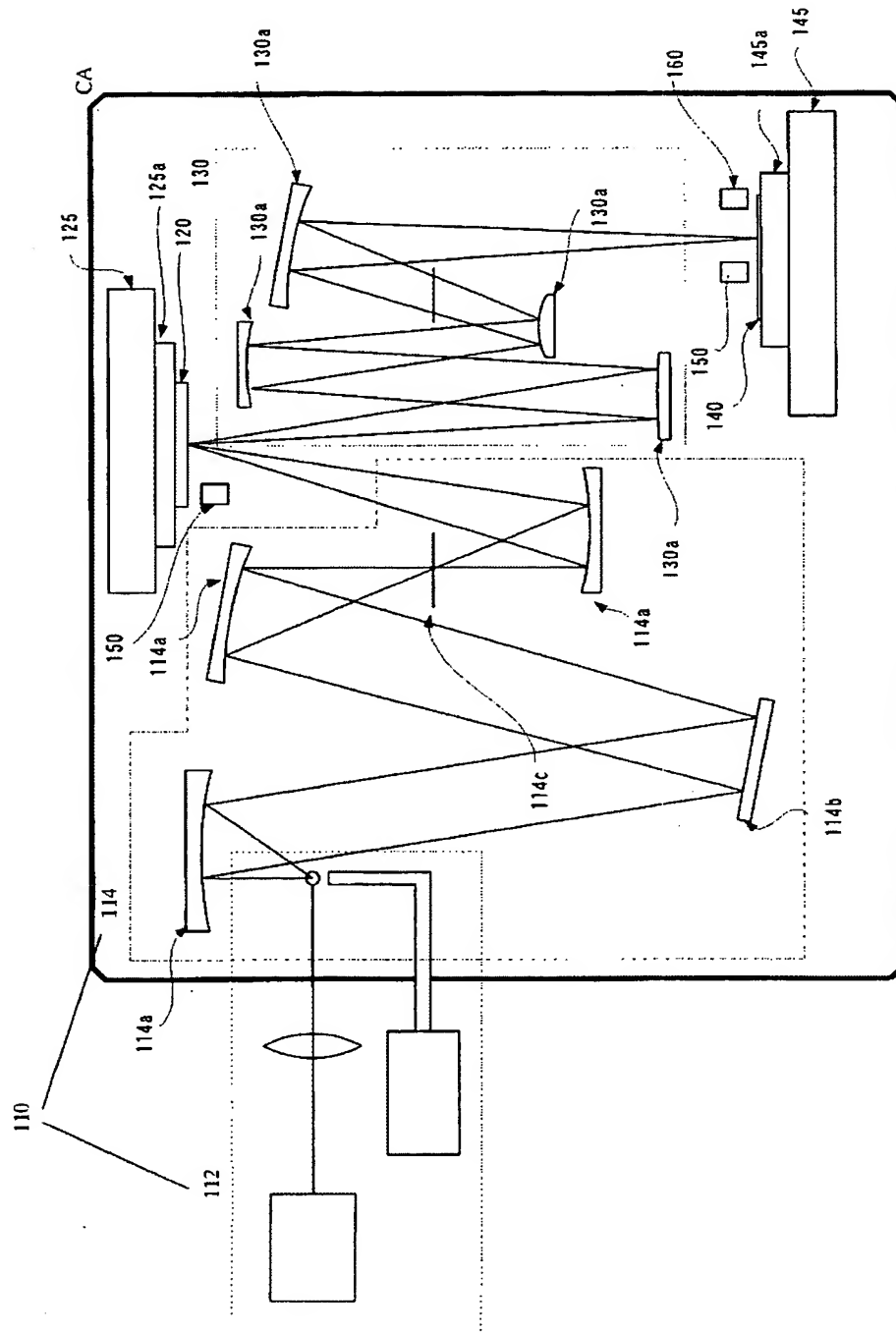
1 1 2	E U V 光源部
1 1 4	照明光学系
1 1 4 a	集光ミラー
1 1 4 b	オプティカルインテグレーター
1 2 0	マスク
1 2 5	マスクステージ
1 2 5 a	レチクルチャック
1 3 0	投影光学系
1 3 0 a	ミラー
1 3 1	アクチュエーター
1 3 2	ミラーホルダー
1 3 3	流路
1 3 4	配管
1 4 0	被処理体
1 4 5	ウェハステージ
1 4 5 a	ウェハチャック
2 0 0 及び 2 0 0 A	入射制御機構
2 1 0	吸収部材
2 2 0 及び 2 2 0 A	駆動手段
2 3 0 及び 2 3 0 A	制御部
3 0 0	ウェハチャック
3 1 0	突起部
3 2 0	凹部

【書類名】

図面

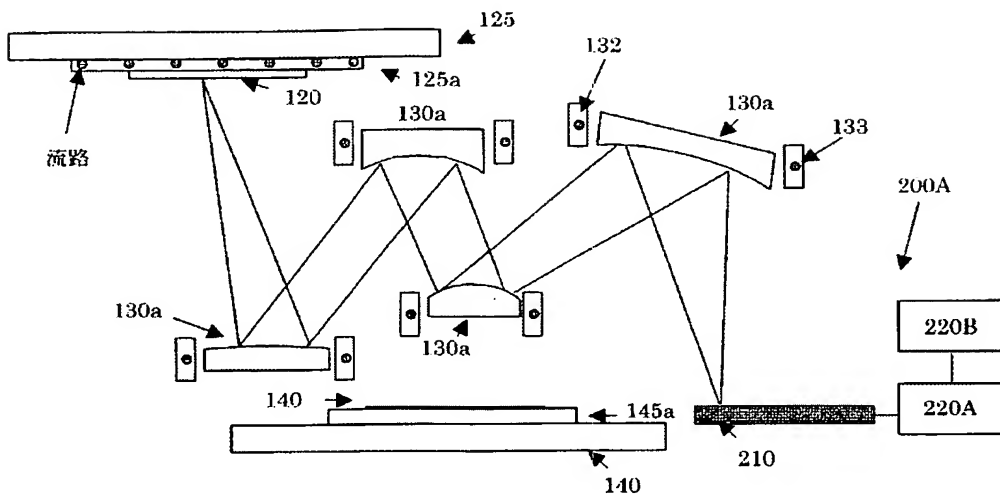
【図 1】

100

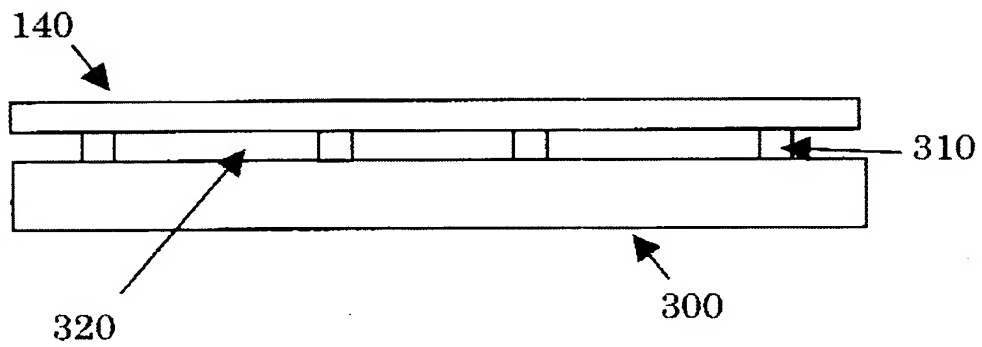




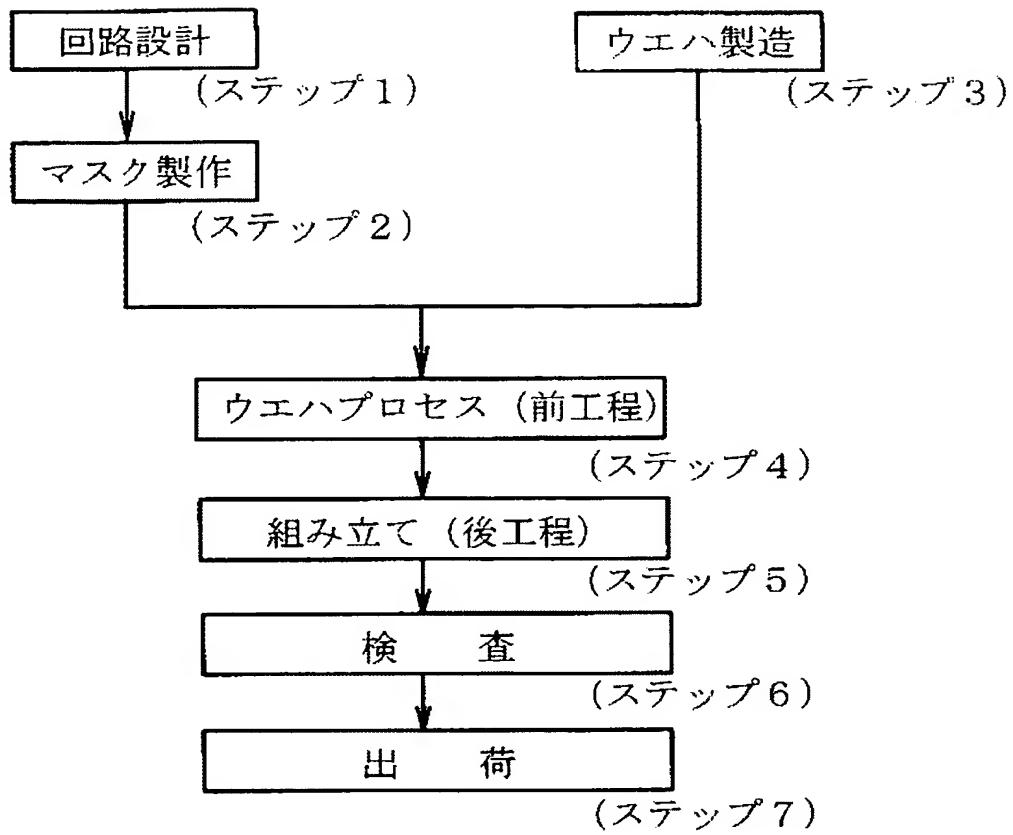
【図 4】



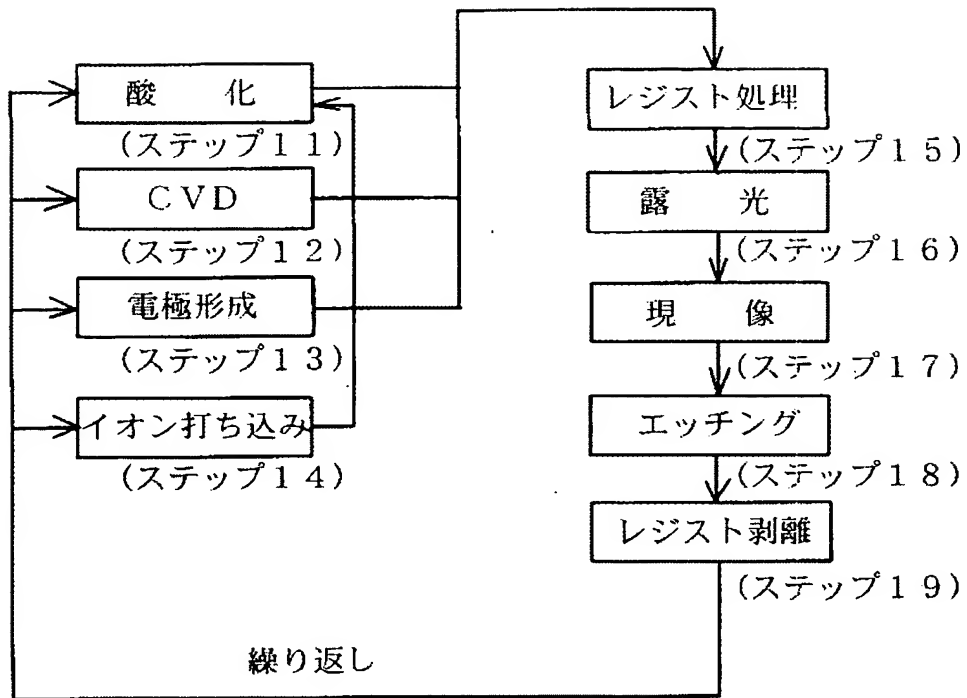
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 露光時と非露光時において、露光装置を構成する部材の温度分布をほぼ同様とすることで、解像度を維持しつつスループットを向上させることができる露光装置を提供する。

【解決手段】 E U V 光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体に露光する露光装置であって、前記被処理体の露光時以外も前記 E U V 光を射出する光源部と、前記被処理体の露光時は前記 E U V 光を前記被処理体まで入射させ、前記被処理体の露光時以外は前記 E U V 光が前記ウェハチャックに入射することを防止する入射制御機構とを有することを特徴とする露光装置を提供する。

【選択図】

図 1

特願 2 0 0 3 - 0 1 6 9 6 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 1 0 0 7 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社